



## **AVALIAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES INSTALADAS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**

PAROLIN, Mauro. CNPq, Fecilcam, [mauroparolin@gmail.com](mailto:mauroparolin@gmail.com)  
CRISPIM, Jefferson de Queiroz, CNPq, Fecilcam, [jeffersoncrispim@hotmail.com](mailto:jeffersoncrispim@hotmail.com)  
SANTOS, Manoel Serino dos, ITI-A (CNPq), Fecilcam, [manoelquartela@hotmail.com](mailto:manoelquartela@hotmail.com)

### **INTRODUÇÃO**

Com o objetivo de instalar estações tratamento de esgoto por zona de raízes (ETEZR's) em pequenas propriedades rurais nos municípios de Campo Mourão e Rancho Alegre, em 2008 os pesquisadores Jefferson de Q. Crispim e Mauro Parolin conseguiram recursos em dois projetos encaminhados ao edital (27/2008) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A ETEZR's é um sistema físico-biológico, com parte do filtro constituído de plantas. O esgoto bruto é lançado através de uma rede de tubulações perfuradas que é instalada logo abaixo da zona de raízes da área plantada. Esta área é dimensionada de acordo com a demanda de esgoto já pré-determinada (KAICK, 2002).

Os projetos estão em andamento, e, foram construídas até o momento 20 ETEZR's. Além da construção das Estações, tem sido realizado um acompanhamento do desenvolvimento e manutenção das mesmas nas propriedades. Vale destacar que foi dada prioridade às propriedades em que a água potável tem como origem nascente ou poço próximo a residência. Ressalte-se o fato das ETEZR's serem um excelente sistema de tratamento de esgotos, no entanto, ela necessita de uma série de cuidados e limpeza periódica da caixa (bombona) de gordura e troca do carvão da bomba de lavanderia a cada seis meses. Nesse sentido a preocupação dos autores está ligada à capacidade de manutenção das mesmas pelos moradores. O presente estudo traz as primeiras avaliações sobre problemas que ocorreram neste sistema de tratamento após 12 meses de funcionamento.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Grande parcela da população brasileira, tanto urbana quanto rural, vive em condições precárias, sem alimentação adequada, acesso à educação, oportunidade de trabalho, direito à saúde, moradia e saneamento. A falta de saneamento é uma das



principais causas de insalubridade e degradação ambiental, caracterizando-se pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, demandando estudos acerca do tema para melhoria da qualidade de vida da população (MARTINETTI et al. 2007).

O esgoto doméstico é responsável por 90% dos lançamentos que contaminam os corpos d'água (KRESSE, 1997). Sabendo-se que a inter-relação entre qualidade de vida e saneamento básico possui proximidade com a saúde pública, o investimento em saneamento tem efeito direto na redução de gastos públicos com serviços de saúde (RIBAS e FIORINI, 2004). Segundo a FUNASA (1994), a relação de investimento em saneamento é de aproximadamente 1 para 4, ou seja, a cada R\$1,00 investido no setor temos cerca de R\$4,00 reais economizados com saúde.

Para Lemes et al. (2008) a qualidade e o acesso aos serviços de saneamento estão diretamente relacionados à saúde pública. Ainda segundo eles, a água encanada e tratada é considerada um grande benefício para as comunidades, mas se esse serviço não vier acompanhado de um sistema de tratamento de esgoto adequado poderá, em certos casos, não acabar com os problemas de saúde relacionados à veiculação hídrica, tal como verminoses, hepatite e diarreia.

Segundo Martinetti et al. (2007) as infra-estruturas de saneamento mais sustentáveis buscam a produção de sistemas seguros e saudáveis, baseados na redução da poluição; economia de energia e água; diminuição da pressão de consumo sobre matérias-primas naturais; aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, usuários finais e comunidade em geral.

A busca por estruturas de saneamento mais sustentáveis e ao mesmo tempo mais baratas leva indubitavelmente ao sistema por zona de raízes que utiliza plantas para o tratamento de águas residuais.

Neste sistema a degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microorganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas que possibilitam o desenvolvimento de uma população densa de microorganismos, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água. Toda a água tratada e polida pelo Zona de Raízes pode ser 100% reciclada (SILVA, 2008). Segundo este mesmo autor os sistemas com plantas são eficientes porque o processo de degradação da matéria orgânica (mineralização, nitrificação, desnitrificação) é muito completo, devido à grande biomassa. Além disso, são removidos não só a carga orgânica como também nutrientes (por exemplo, Fósforo e Nitrogênio) que levam à eutrofização das águas, elimina patógenos como coliformes, e substâncias inorgânicas como fenóis e metais pesados. Sistemas com



plantas podem ser, se desejável, configurados como elementos de Paisagismo Ambiental (Biótopos, por exemplo), em forma de jardins ou parques.

O sistema por zona de raízes na sua concepção busca aproveitar-se da capacidade da natureza de auto-depuração e por este motivo denominamos também este sistema como Sistema de Banhados, Wetlands nos USA, Sistema Hidrobotânico – Lutzemberger – RS - 1987, Biótopos Artificiais, etc (SILVA, 2008).

No Brasil os primeiros trabalhos sobre o assunto foram realizados no Estado do Paraná por: Kaick e Sipinski (2000) – com uma estação de tratamento piloto na região de Antonina; Kaick (2002) – estudo de estações de tratamento implantadas no litoral do Paraná; Kaick e Macedo (2002) – na região de Guaraqueçaba; ainda podendo ser citados os trabalhos de Kaick et al (2005), Pierri et al. (2007), LEMES et al. (2008) entre outros.

## **METODOLOGIA**

Foram avaliadas 20 ETEZR's sendo 10 no município de Rancho Alegre do Oeste (primeiro semestre de 2009) e 10 na bacia do rio Mourão, município de Campo Mourão (segundo semestre de 2009). Todas as propriedades contempladas com a construção possuem menos de 20 hectares. As ETEZR's construídas seguiram a metodologia adaptada de Kaick (2002) (Figura 1 e 2): a) perfuração do solo com área de 4m<sup>2</sup> por 1m de profundidade (Figura 2B); b) a zona perfurada é revestida por duas camadas de lonas plásticas de 200 micras de espessura para evitar qualquer tipo de contaminação e infiltrações; c) um quadro equivalente ao tamanho da ETEZR's, composto por tubos de PVC de 100 mm furados na porção superior é colocado sobre a lona no fundo da ETE (Figura 2C); d) posteriormente a estrutura é preenchida 50% com areia grossa e 50% com pedra nº1 (Figura 2D-E); e) a fossa séptica é substituída por duas bombas plásticas de 220 litros; f) a caixa de gordura quando inexistente foi construída com uma bomba plástica de ~60 litros, o mesmo processo foi utilizado para o caso do esgoto oriundo de lavanderia, nesse caso acrescentou-se carvão vegetal para a adsorção do fósforo; i) para a formação de zona de raízes optou-se pelo plantio das espécies *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle por ter grande potencial repelente, e *Canna indica* Lily, por ser uma planta com potencial ornamental e por possuírem aerênquimas desenvolvidos no caule e raízes fasciculadas ou tuberosas, as quais fixam bactérias que recebem oxigênio e nitrogênio trazidos pelas plantas por meio dos seus aerênquimas bem desenvolvidos e em troca fazem a degradação da matéria orgânica. As tubulações que ficam no fundo do sistema são responsáveis por conduzir o efluente já tratado para fora da estação (Figura 1), que é disposto em um sumidouro.

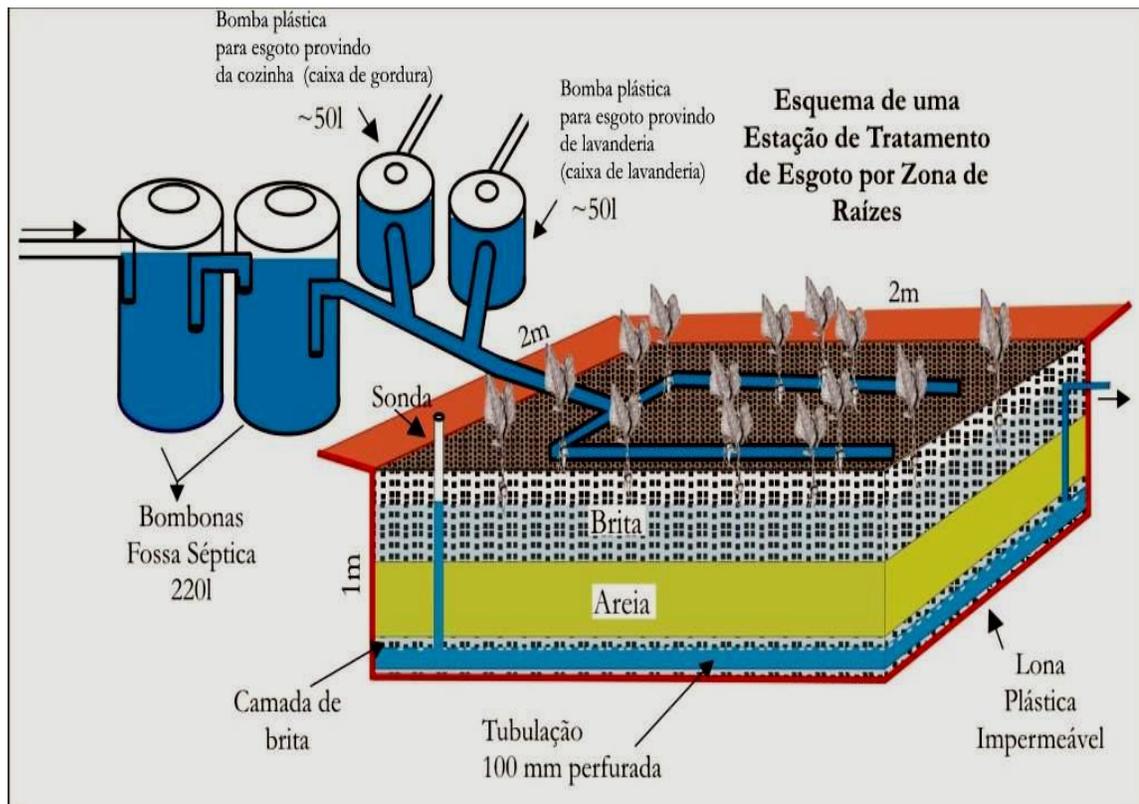


Figura 1- Perfil da estrutura final de uma ETEZR's por zona de raízes. Fonte: Elaborado pelos autores.

Após as ETEZR's serem instaladas, alguns cuidados devem ser continuamente observados pelos moradores, principalmente no tocante a limpeza da gordura da bomba que recebe esgoto oriundo da cozinha (todas as vezes que estiver cheia), a troca do carvão da bomba que recebe esgoto da lavanderia (duas vezes por ano). Além desses cuidados, os moradores devem evitar jogar filtros de cigarro e papel higiênico no vaso sanitário e não jogar materiais no interior das ETEZR's que possam entupi-las. Vale lembrar que estas foram recomendações repassadas aos moradores cujas propriedades receberam as ETEZR's. Nesse sentido, houve a preocupação dos autores em monitorar a manutenção das Estações construídas.

A avaliação da manutenção e funcionamento das ETEZR's instaladas se deu através de visitas mensais nas propriedades. As observações levaram em conta: i) se a estação apresentou entupimento; ii) lixo jogado em seu interior; iii) limpeza da caixa de gordura e troca do carvão da bomba de lavanderia; iv) necessidade de reforma ou mesmo reconstrução; v) cuidados na limpeza e envolvimento por parte dos moradores – este quesito foi avaliado com base em questionamentos diretos com os moradores, bem como, na observação direta das ETEZR's.



Figura 2 – Algumas etapas da montagem de uma ETEZR's: A) estrutura de canos de PVC para coleta de água; B) escavação de um buraco de 4m<sup>2</sup>x1m de profundidade; C) impermeabilização com lona plástica e colocação da estrutura coletora; D) preenchimento com areia ~50cm; E) cobertura com pedra ~50cm e F) estação em funcionamento com plantas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Domiciliano et al. (2009) realizaram as primeiras avaliações nas primeiras três ETEZR's montadas no município de Rancho Alegre do Oeste/PR. Nesse estudo os autores já informavam sobre a condição de vida dos agricultores, que sobrevivem da lavoura

temporária e pecuária de gado leiteiro, sendo que alguns membros da família complementam a renda familiar com atividades realizadas na cidade. Domiciliano et al. (2009), informam que os primeiros resultados indicaram melhoria na qualidade física do efluente como pH, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade atendendo aos padrões de lançamento preconizados na Resolução CONAMA 357/2005.

Continuando e estendendo o processo de avaliação das ETEZR's, iniciado por Domiciliano et al. (2009), agora incluído o município de Campo Mourão, verificou-se que das 20 ETEZR's construídas, até o momento, 8 apresentaram problemas (20%), sendo 4 no município de Rancho Alegre do Oeste e 4 no município de Campo Mourão. Os problemas verificados foram principalmente no tocante ao entupimento por conta da falta de limpeza da bomba de gordura, que acarreta a formação de grossas camadas gordurosas nos canos (Figura 3), Apesar do constante alerta dado aos agricultores no sentido de realizarem a limpeza da bomba que recebe gordura, observou-se que esta prática é negligenciada. O entupimento dos canos sobre a ETEZR's ocasiona o retorno de água às bombonas que servem como fossa séptica (Figura 4). Destaque-se o fato de que a presença de gordura sobre ETEZR's implica na impermeabilização gradual e continua da camada de pedra filtradora. Observou-se que tal fato implica no transbordamento do esgoto na Estação.

Nas 8 ETEZR's com problemas também foi constatado que o carvão presente na bomba que recebe água da lavanderia não foi trocado, no entanto, tal fato parece não ter afetado as plantas, que apresentavam bom desenvolvimento.

Nos processos de limpeza das ETEZR's que apresentaram problemas (8), foi constatado em 3 Estações (15%) a presença de fios de cabelos nos furos dos canos que dão vazão ao esgoto (Figura 5), favorecendo o seu entupimento.



Figura 3 – Presença de gordura nos canos que dão vazão ao esgoto sobre a ETEZR's: A) visão geral dos canos de escoamento sobre a Estação; b) detalhamento das grossas crostas de gordura retiradas do interior do cano.

Os problemas de entupimento verificados até o momento puderam ser contornados apenas com a retirada e limpeza dos canos que dão vazão ao esgoto sobre as estações, bem como a realização da limpeza da bomba de gordura. Entretanto em 1 (5%) das 8 Estações o problema não pode ser resolvido. Nesse sentido teve-se que proceder a reconstrução da mesma.



Figura 4 – Retorno de água às bombonas que funcionam como fossa séptica devido ao entupimento dos canos por gordura. As mangueiras vistas na foto servem para exalação e alívio de pressão por gases.



Figura 5 – Presença de fios de cabelo nos furos dos canos que dão vazão ao esgoto sobre a ETEZR's.

Na avaliação quanto ao lixo, foi verificado que 4 (20%) das 20 ETEZR's acompanhadas apresentou lixo em seu interior composto por latas de refrigerantes e sacolas plásticas.

Em entrevistas com os moradores, constatou-se que em 10 domicílios (50%) dos 20 onde as ETEZR's foram construídas, os moradores vêm as Estações como experimento científico e não como um instrumento de tratamento de esgoto instalado em sua residência.



Destaque-se que 8 desses domicílios foram justamente aqueles que as ETEZR's apresentaram problemas.

## CONCLUSÃO

As ETEZR's apresentam uma excelente alternativa para o tratamento de esgoto domiciliar, entretanto, necessitam de cuidados e manutenção para o seu bom funcionamento. Nesse sentido os resultados indicados na pesquisa são preocupantes, pois 40% das Estações instaladas necessitaram de reparos em um ano de funcionamento. Destaque-se que pelo menos uma das vinte instaladas necessitou ser reconstruída. Outro fato preocupante é que em 50% dos estabelecimentos percebeu-se o não envolvimento dos agricultores com a proposta.

Destaque-se o fato de ser uma alternativa relativamente barata para ser instalada em regiões onde o saneamento básico é inexistente, tais Estações aparentemente não terão eficácia a longo prazo, caso sua instalação não venha antecedida de um amplo processo de educação ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: ao CNPq pelo apoio financeiro processos nº 474393/2008-0 e 573504/2008-3; à Prefeitura do município de Rancho Alegre do Oeste pelas facilidades oferecidas na construção das ETEZR's; a EMATER/Rancho Alegre do Oeste pela ajuda na indicação das propriedades rurais e aos produtores que aceitaram ter em suas propriedades este tipo de tratamento de esgoto.

## REFERÊNCIAS

DOMICILIANO, R.T.; PAROLIN, M.; CRISPIM, J.Q. **Tratamento de esgotos domésticos rurais por meio de zonas de raízes - Rancho Alegre do Oeste/PR**. In: 17º. Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 2009, São Paulo. 17º. Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 1994. 255 p.

KAICK, T.S.V. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná**. 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

V EPCT

Encontro de Produção Científica e Tecnológica  
26 a 29 de outubro de 2010

NUPEM  
Núcleo de Pesquisa M. Subaquática

FECILCAM  
Fórum Estadual de Ciências Ambientais



KAICK, T.S.V.; MACEDO, C.X de. Projeto Saúde Comunitária, educação e conservação para a região de Guaraqueçaba - Paraná, Brasil. **REVISTA DO III CONGRESSO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2002.

KAICK, T.S.V.; SIPINSKI, M.A. Estação de tratamento de Esgoto (ETE) piloto na reserva Morro da Mina/SPVS, Antonina-Paraná. **Cadernos do Litoral** 3, Curitiba, v. 3, p. 20-22, 2000.

KAICK, T.S.V.; MACEDO, C.X de; PRESZNHUK, R.A. de O. Paisagismo funcional - estação de tratamento de esgoto por zona de raízes sistema auto-sustentável e promotor de bem-estar e consciência ecológica. In: Denise Hamú de la Penha; Samuel Roiphe Barreto e Sérgio Augusto Ribeiro. (Org.). **Mostra água para a vida, água para todos: boas práticas em saneamento**. Brasília: WWF, 2005, v. 1, p. 120-135.

KRESSE, K. Água potable y saneamiento: Los avances en los últimos años son insuficientes. **Desenvolvimento e Cooperação**. Berlin, n. 2, p.26-29,1997.

LEMES, J.L.V.B.; SCHIRMER, W.N.; CALDEIRA, T.V.; VAN KAICK, T.V.; ABEL, O.; BÁRBARA, R. R. Tratamento de esgoto por meio de zona de raízes, em comunidade rural. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 169-179, abr./jun. 2008.

MARTINETTI, T.H.; TEIXEIRA, B.A.; SHIMBO, I. **Sistematização e comparação de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <[www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-360.pdf](http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-360.pdf)>. Acesso em: 06 set. 2010.

PIERRI, N.; CHANG, M.; KAICK, T.S.V. **Action Research project: technical and socially innovative sanitation solutions for fishing communities in environmental protected areas. The case of Island das Peças, Paraná, Brazil**. In: PACEM IN MARIBUS PIM XXXII, 2007, Gzira. Waves of change: women, youth and the sea: partnering for the protection of the marine environment and the sustainable use of its resources, 2007, Gzira., 2007.

RIBAS, T.B.C.; FIORINI, M.P. **Avaliação do funcionamento e eficiencia da estacao de tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes no município de Jacareí - SP**. In: VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS GRADUAÇÃO - UNIVAP, 2004, São José dos Campos, 2004. Disponível em: <[www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/.../IC2-32.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/.../IC2-32.pdf)>. Acesso em: 6 set. 2010.

SILVA, A.E da. **Tecnologia de Tratamento, Polimento e Reciclagem de Água por Zona de Raízes**. **Portal Tratamento de Água**, 2008. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca\\_Detalhe.aspx?codigo=361](http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=361)>. Acesso em: 6 set. 2010.